

## الفصل الثاني : تطبيقات في علم الوراثة

تتنوع الطرز الشكلية كثيرا عند الإنسان والكائنات الحية الأخرى بسبب تنوع الطرز الجينية المسؤولة عنها. الأسباب التي تؤدي إلى الاختلاف الوراثي في صفات الأفراد ( في فصل الوراثة )

1. انعزال الصفات
2. عملية العبور
3. الطفرات

### أولا : الطفرات

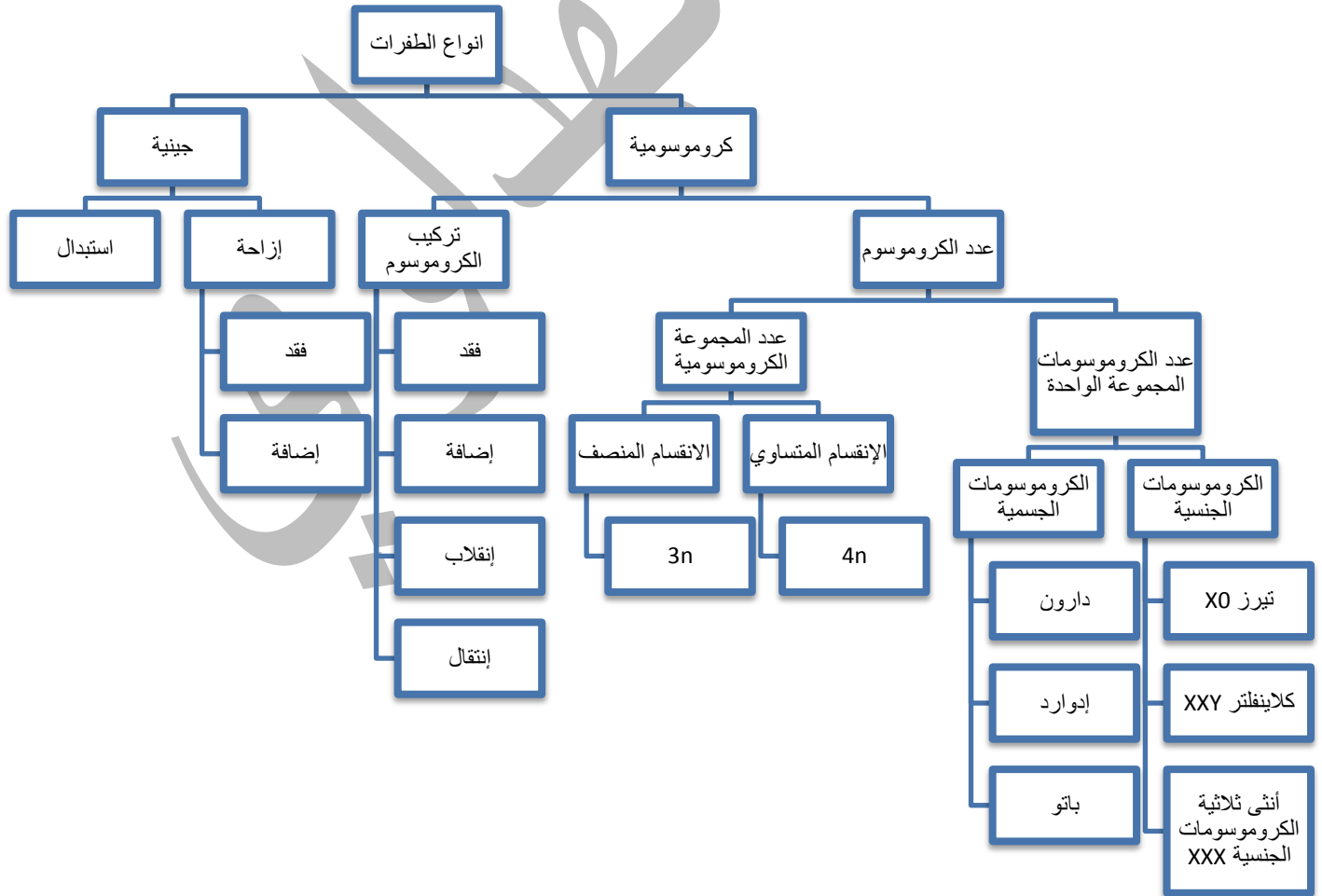
**الطفرات:-** هي ظهور اختلافات أو صفات جديدة في الأبناء لم تكن موجودة في الآباء نتيجة لتغير في عدد الكروموسومات أو تركيبها, أو تغير في تركيب الجين, أو موقعه على الكروموسوم.

#### • العوامل المسببة للطفرة :

- 1 - عوامل فيزيائية مثل ( الأشعة السينية )
- 2- عوامل كيميائية مثل ( تأثير بعض العقاقير )
- 3- قد تنتج من أخطاء أثناء تضاعف جزيء DNA

#### • تأثير الطفرات على الكائن الحي :

1. ضارة بالكائن الحي, ومعظم الطفرات كذلك.
2. بعضها ليس لها تأثير. ( لا تؤثر في الطرز الشكلية للكائن الحي )
3. بعضها مفيد وهي مهمة في عملية تطور الكائنات الحية لأنها تعتبر مصدر لظهور أنواع جديدة من الكائنات الحية كما تمكن الكائنات الحية من التكيف مع بيئاتها .



## أنواع الطفرات

### ٢. طفرات الجينية.

### ١. طفرات الكروموسومية.

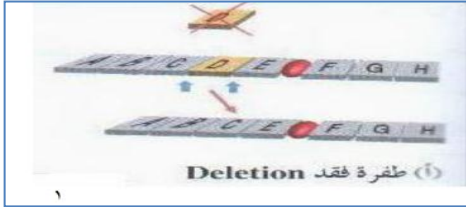
#### أولا : الطفرات الكروموسومية

**تعريف :** وهي تغيرات تحدث في تركيب الكروموسوم أو في عدد الكروموسومات .

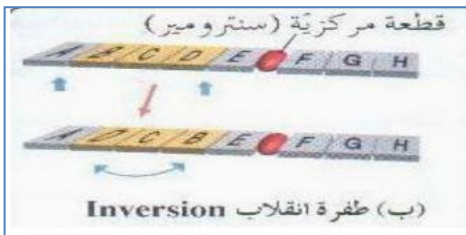
أنواع الطفرات الكروموسومية : أ. طفرات تؤثر في تركيب الكروموسوم. ب. طفرات تؤثر في عدد الكروموسومات

#### أ. طفرات تؤثر في تركيب الكروموسوم :

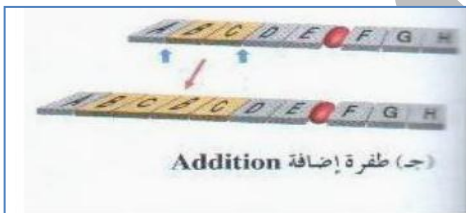
وهي تغيرات دائمة تحدث أحيانا في أثناء الانقسام الخلوي أو تنتج بفعل مسببات الطفرات المختلفة .  
أنواعه :



1- **فقدان جين أو أكثر** تنتج من انفصال قطعة من الكروموسوم ومعها الجينات التي تحملها، ثم التحام القطعتين الطرفيتين مما يسبب نقصا في طول الكروموسوم.



2- **انقلاب (انعكاس) جين أو أكثر** تحدث بسبب انقلاب جزء من الكروموسوم مما يؤدي إلى عكس ترتيب الجينات في هذا الجزء.



3- **إضافة جين كامل أو أكثر للكروموسوم** : حيث يتم فيه إضافة جزء من كروموسوم إلى كروموسوم آخر مماثل له مما يؤدي إلى تكرار بعض الجينات في الكروموسوم الذي أضيفت إليه مسببا زيادة في طول الكروموسوم.



4- **انتقال جين أو أكثر من طرف:** - انتقال قطعة طرفية من كروموسوم إلى كروموسوم آخر غير مماثل له ( لا يحدث تكرار للجينات).

س :- قارن بين طفرة الإضافة وطفرة الانتقال من حيث كيفية حصول كل منهما؟

الانتقال:- انتقال قطعة طرفية من كروموسوم إلى كروموسوم آخر غير مماثل له .

الإضافة:- يتم فيه إضافة جزء من كروموسوم إلى كروموسوم آخر مماثل له.

**ملاحظة :** الفرق بين طفرتي الإضافة والفقد هو أن طفرة الفقد يحدث نقص في طول شريط الكروموسوم أما الإضافة يزيد طول شريط الكروموسوم .

ب. ظفرات تؤثر في عدد الكروموسومات :

أنواعها: 1- تغير في عدد المجموعات الكروموسومات. 2- تغير في عدد كروموسومات المجموعة الواحدة.

1- تغير في عدد المجموعات الكروموسومات : يمكن حدوثها أثناء الانقسام المنصف أو أثناء الانقسام المتساوي ينتج خلايا تحتوي على مضاعفات المجموعة الكروموسومية .

الحالة الأولى ( الانقسام المنصف ) : الجاميتات الأحادية المجموعة الكروموسومية ( 1ن ) تصبح ثنائية المجموعة الكروموسومية ( 2ن )

وذلك بسبب عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة جميعها أثناء الانقسام المنصف في خلايا الأب أو الأم. - وفي حال تخصيب الجاميت غير طبيعي ثنائي المجموعة الكروموسومية ( 2ن ) لأخر طبيعي احدي المجموعة الكروموسومية ( 1ن ) ينتج فرد ذا خلايا ثلاثية المجموعة الكروموسومية ( 3ن ).

$$( 2ن ) + ( 1ن ) = ( 3ن )$$



الحالة الثانية ( الانقسام المتساوي ) : الخلايا الجسمية ثنائية المجموعة الكروموسومية ( 2ن ) تصبح رباعية المجموعة الكروموسومية ( 4ن )

يحدث هنا انفصال طبيعي للكروماتيدات الشقيقة لكن السيتوبلازم لا ينقسم (في الطور الانفصالي) , وبذلك تكون الخلية الناتجة رباعية المجموعة الكروموسومية ( 4ن ) وتكون الخلية الناتجة أكبر حجماً من الخلية الطبيعية.



• يستخدم المزارعون مواد كيميائية مثل الكولشيسين للحصول على نبات رباعي المجموعة الكروموسومية ( 4ن )

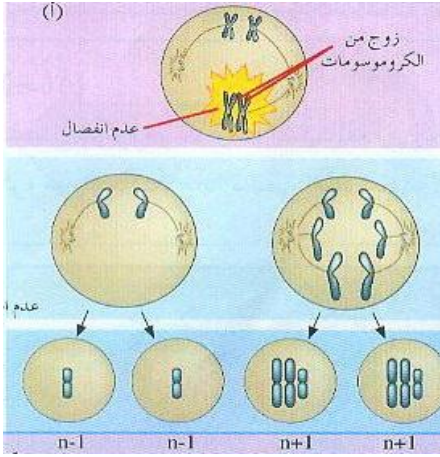
• تأثير مادة الكولشيسين :

تمنع مادة الكولشيسين تكوين الخيوط المغزلية ( المشاركة بالانقسام ) فتبقى الكروموسومات في مركز الخلية وتمتاز النبات المتكونة بان خلاياه رباعي المجموعة الكروموسومية فتتكون ثمار حجمها اكبر من الحجم الطبيعي

س:- لماذا يلجأ المزارعون إلى استخدام مواد كيميائية مثل الكولشيسين ؟ للحصول على نبات رباعي المجموعة الكروموسومية ( 4ن ) تضاعف تام للخلايا وبذلك تتكون ثمار كبيرة الحجم .

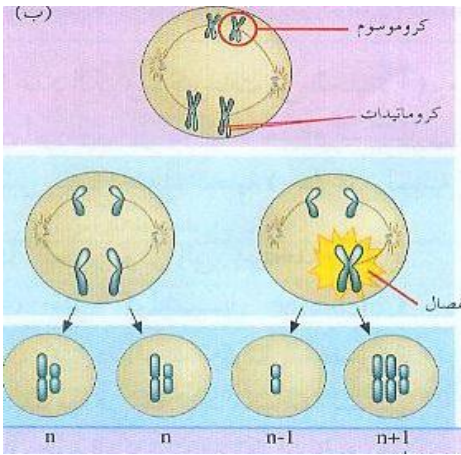
## 2- تغير في عدد كروموسومات المجموعة الواحدة :

- تحدث فقط أثناء الانقسام المنصف في 1- المرحلة الأولى. 2- المرحلة الثانية .



1- في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف : لا يفصل احد أزواج الكروموسومات المتماثلة فينتج جاميتات جميعها غير طبيعي , كروموسوماتها أكبر أو أقل بكروموسوم واحد عن العدد الطبيعي (( 1 - n ) , ( 1 + n ) )

العدد 2 . 2



2- في المرحلة الثانية من الانقسام المنصف : لا يفصل احد أزواج الكروماتيدات الشقيقة فينتج جاميتات بعضها طبيعي وبعضها غير طبيعي الجاميتات غير الطبيعية : (( 1 - n ) , ( 1 + n ) ) الجاميتات الطبيعية : n , n .

س / فسر الطفرة الحادثة في المرحلة الأولى اخطر منها في الثانية .

وذلك لأن الطفرة الحادثة في المرحلة الأولى تنتج جاميتات غير طبيعية بالكامل أما في المرحلة الثانية فبعض الجاميتات ممكن أن تكون طبيعية .

ملاحظة : تؤدي مشاركة الجاميتات الغير طبيعية في الإخصاب إلى ظهور اختلافات وراثية لعدم احتواء الأفراد الناتجة على العدد الطبيعي من الكروموسومات .

س/ (2011 صيفي) صنف الطفرات الكروموسومية الآتية إلى طفرات تؤثر في تركيب الكروموسوم أو طفرات تؤثر في عدد الكروموسومات :

1- عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة جميعها في أثناء الانقسام المنصف في خلايا الأم أو الأب.

2- انتقال القطع الطرفية من كل كروموسوم إلى كروموسوم آخر غير مماثل له

3- انفصال الكروماتيدات الشقيقة أثناء الانقسام المتساوي دون انقسام السيتوبلازم.

4- يتم إضافة جزء من كروموسوم إلى كروموسوم آخر مماثل له .

الحل : 1- طفرات تؤثر في عدد الكروموسومات

2- طفرات تؤثر في تركيب الكروموسوم

3- طفرات تؤثر في عدد الكروموسومات

4- طفرات تؤثر في تركيب الكروموسوم

س / (٢٠٠٨ شتوية) تحصل حالة عدم انفصال الكروموسومات في أثناء المرحلة الأولى أو المرحلة الثانية من الانقسام المنصف أي المرحلتين يحتمل أن يكون لعدم الانفصال فيها تأثير أكبر في ظهور الاختلافات الوراثية عند الإنسان؟ ولماذا؟

يكون احتمال ظهور الاختلافات الوراثية أكبر في حالة حدوث عدم انفصال في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف، لأن جميع الجاميتات الناتجة تكون غير طبيعية (( 1 + n ) , ( 1 - n ) ، بينما في المرحلة الثانية يكون نصف الجاميتات غير الطبيعي والنصف الآخر طبيعي .

## ثانياً: الطفرات الجينية (النقطية) :

ترتيب القواعد النيتروجينية (المكونة للنوكليوتيدات) على طول جزيء DNA يحدد ترتيب الحموض الامينية في سلسلة عديد الببتيد لتكوين بروتين معين. (كما درسنا سابقاً في م2)

\* **تعريف الطفرة الجينية** هي تغير كيميائي في ترتيب القواعد النيتروجينية مما يغير الرسالة التي سوف ينقلها mRNA وبالتالي يؤدي إلى تغير في تركيب البروتين الذي ستصنعه الخلية.

\* **الطفرة الجينية تحصل على مستوى الجين الواحد بإحداث تغير في ترتيب القواعد النيتروجينية المكونة له.**

2- طفرة إزاحة نوكليوتيدات

1- طفرة استبدال نوكليوتيدات

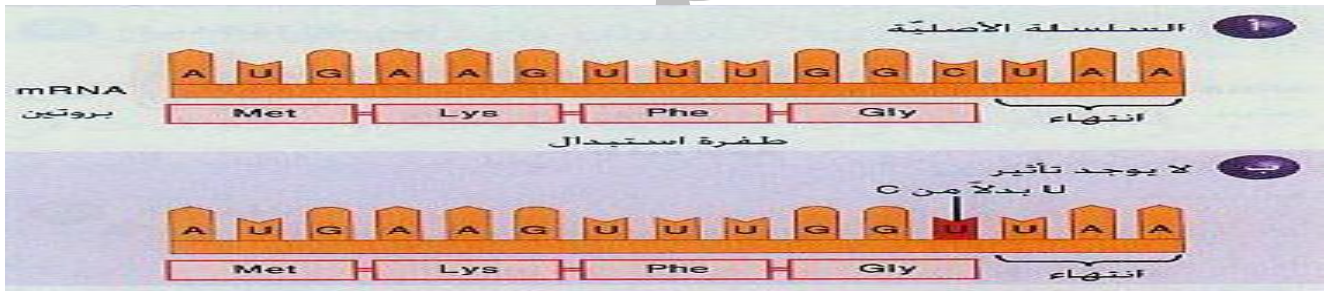
### 1- طفرة استبدال نوكليوتيدات:

طفرة يتم فيها استبدال زوج من النوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) المتقابلة في DNA بزواج آخر. ولها ثلاث تأثيرات (حالات) مختلفة على البروتين وهي:

1- لا يوجد تأثير:

ويكون ذلك بحال استبدال زوج من النوكليوتيدات المتقابلة للحمض الاميني نفسه بزواج آخر, دون أن يتغير الحمض الاميني الناتج, حيث إن الحمض الاميني الواحد يمكن أن يمثل بأكثر من شيفرة (أي للحمض أكثر من شيفرة (في م 2))

مثال: GGC شيفرة (كودون) لحمض الجلايسين  
GGU (تم استبدال C ب U) شيفرة لنفس الحمض.  
\*تلاحظ أن للحمض هنا أكثر شيفرة لذلك التغير لا اثر له.

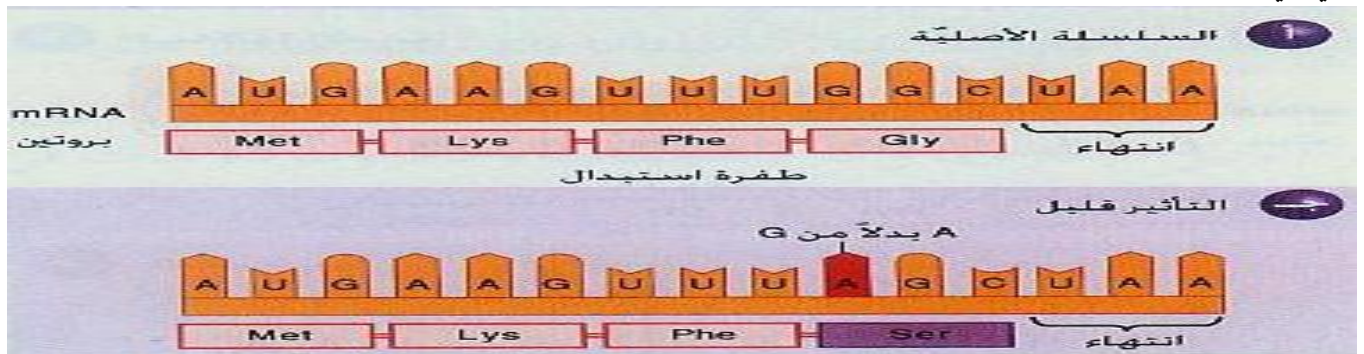


### 2- تأثير قليل:

إذا حدث تغير في زوج واحد من النوكليوتيدات نتج منه تغير حمض أميني واحد, يكون التأثير قليل نسبياً لأحد السببين

أ- الحمض الاميني الجديد له صفات مشابهة لصفات الحمض الاميني المستبدل.  
ب- موقع الحمض الاميني الجديد في جزء غير حيوي من البروتين (حيث لا يكون الترتيب للحموض الامينية في هذا الجزء أساسياً في نشاط البروتين).

مثال: GGC شيفرة (كودون) لحمض الجلايسين  
AGC (تم استبدال G ب A) شيفرة لحمض جديد له نفس الخصائص أو التغير في موقع غير أساسي في بناء البروتين.



### 3- تأثير كبير:

إذا حدث التغير في الجزء النشط من البروتين فينتج عن الطفرة  
أ- تأثر نشاط البروتين. ب- أو توقف بناء البروتين ككل مما يؤثر في وظيفة الخلية .

مثال: AAG شيفرة (كودون) لحمض اللايسين  
UAG (تم استبدال A ب U) شيفره (كودون) توقف

أو انتهاء لا تكون أي حمض وتوقف بناء البروتين.



س (وزاري) فسر، لا تؤثر بعض طفرات الاستبدال في نوع البروتين الذي ينتج من ترجمة الشيفرة الوراثية .

وذلك عندما يستبدل زوج من النيوكليوتيدات المتقابلة للحمض الاميني بزواج آخر دون أن يتغير نوع الحمض الاميني المتكون من الاستبدال .

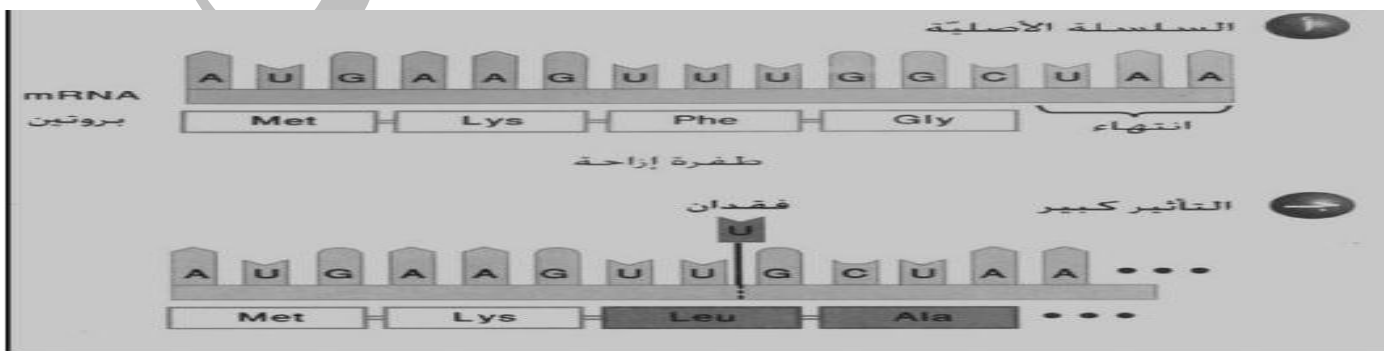
س(صيفي2012) فسر لطفرة الاستبدال تأثير كبير في وظيفة الخلية، إذا حدث التغيير في الجزء النشط من البروتين؟ لأن نشاط البروتين سينأثر، أو قد يتوقف بناء البروتين ككل .

### 2- طفرة إزاحة نيوكليوتيدات:

يتم فيها إضافة أو فقد زوج أو عدد قليل من أزواج النيوكليوتيدات.  
حالات تأثير طفرة الإزاحة :

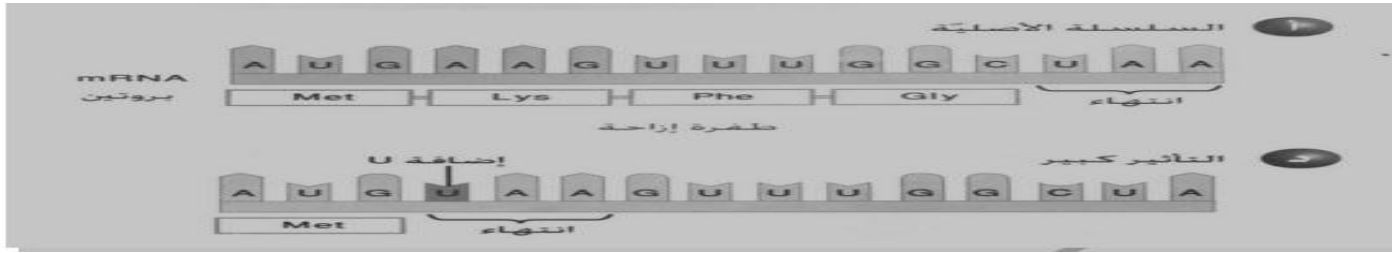
1- تأثير كبير :

أ - إضافة أو فقد زوج من النيوكليوتيدات يسبب ذلك تغير في تسلسل الشيفرات التي يحملها m-RNA , وهذا بدوره يؤدي إلى تغير في تسلسل بناء الحموض الامينية المكونة للبروتين الناتج , لان الشيفرة الثلاثية ( كودون ) سيطرا عليها تعديل بالكامل



من الشكل نلاحظ أن عملية ترجمة شريط m-RNA للأحماض الامينية قد اختلف كلي عن الشريط الأصلي ، وذلك لأن كل شيفرة وراثية يعبر عنها بثلاث قواعد نيتروجينية .

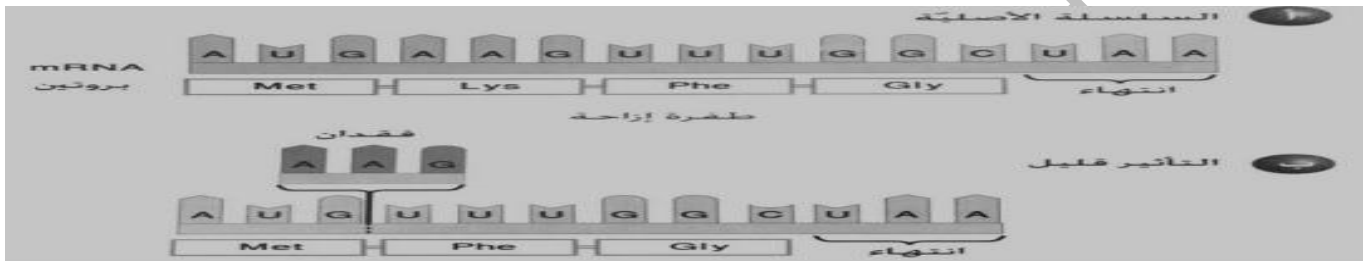
ب- وقد ي يؤدي هذا إلى توقف بناء سلسلة عديد الببتيد الناجمة عن شيفرة إيقاف مبكر أي يكون التأثير كبير



نلاحظ تكون تسلسل للقواعد النيروجينية ( UAA ) بدلا من ( UUU ) والذي يعبر عن كودون انتهاء مما يؤدي إلى توقف ترجمة سلسلة m-RNA مما يؤدي إلى عدم تكون البروتين المطلوب .

### 1- تأثير قليل :

إضافة ثلاثة أزواج من النيوكليوتيدات ( شيفرة كودون واحد ) أو فقدها يتسبب في إضافة أو فقد حمض أميني واحد مما يؤدي إلى تغير في حمض أميني واحد فيكون تأثيرها قليل

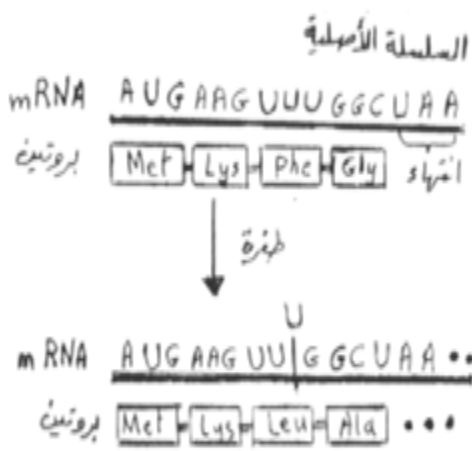


س/ فسر طفرات الإزاحة لها تأثير أكبر من طفرات الاستبدال في البروتين الناتج .

الحل:- لأن الإضافة والفقْد تؤدي إلى فقد أو إضافة نيوكليوتيد واحد أو أكثر على mRNA مما يسبب تغيرا في تسلسل الكودونات التي يحملها.

س / ( ٢٠١٢ شتوية ) فسر، إضافة زوج من النيوكليوتيدات أو فقده على جزيء mRNA يؤدي إلى تغير كبير في نوع البروتين الناتج

هذا بسبب تغير في تسلسل الشيفرات التي يحملها mRNA مما يؤدي إلى تغير في تسلسل أنواع الحموض الامينية المكونة للبروتين الناتج.



س ( ٢٠١٠ شتوية ) يبين الشكل المجاور سلسلة أصلية من جزيء الحمض النووي الرايبوزي الرسول mRNA ، وتسلسل الحموض الامينية في البروتين الناتج قبل حدوث الطفرة، وجزيء mRNA بعد حدوث الطفرة، والمطلوب :

١. هل الطفرة الجينية التي حدثت إزاحة أم استبدال؟

٢. هل تأثير هذه الطفرة في بناء البروتين كبير؟ ولماذا؟

١. طفرة إزاحة

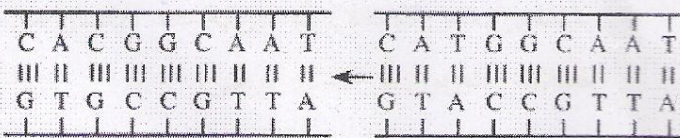
٢. التأثير كبير ( نعم )، لأن فقد زوج واحد من النيوكليوتيدات يسبب تغيرا في تسلسل الكودونات مما يؤدي إلى تغيرا في نوع البروتين الناتج.

س ( 2016 شتوي ) ما هو نوع الطفرة الحادثة

في الشكل المجاور

طفرة جينية نوعها استبدال زوج

الكروموسومات T≡A ب C=G

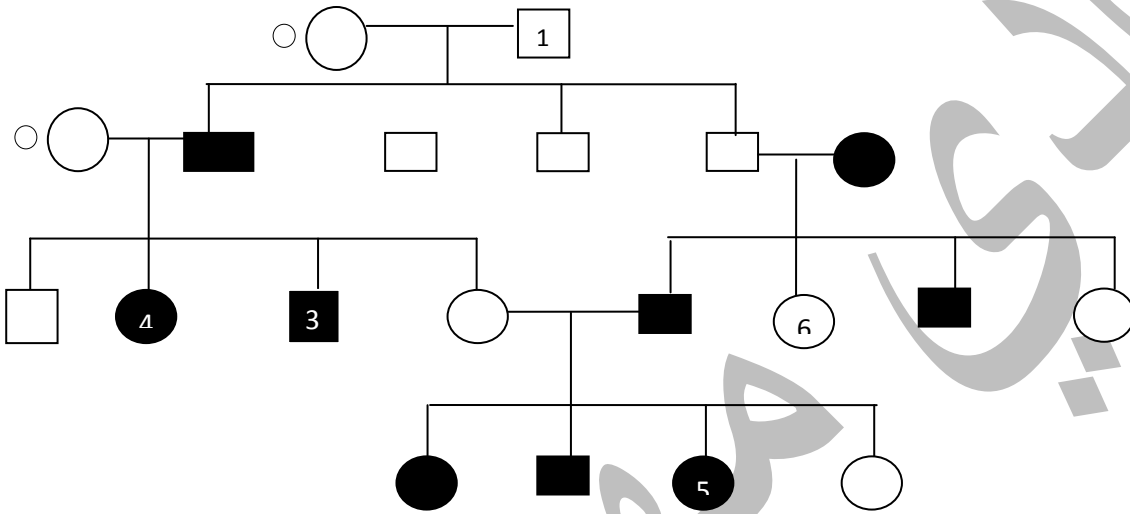


## الاختلالات الوراثية عند الإنسان

عوائق دراسة آلية توارث الصفات لدى البشر :

- 1- عمر الجيل البشري الطويل .
  - 2- كثرة عدد الكروموسومات والجينات في الإنسان .
  - 3- عدم المقدرة على التحكم في اختيار الأزواج حسب الصفات لأسباب دينية وأخلاقية .
- كيف تم التغلب على هذه العوائق ؟
- الحل لهذه المشكلة من خلال 1- عمل مخطط سلالة العائلة
- 2- دراسة حالات التوائم ( حيث تشابه صفات أبناء العائلة الواحدة أو تخالفها ) .

• الشكل أدناه عبارة عن مخطط سلالة العائلة لتوريث مرض ما :  
تذكر كتابة الطرز الجينية إذا اعتبرنا أن هذا المرض عمى الألوان



### الاختلالات الوراثية لدى الإنسان:

أولاً : الإختلالات المرتبطة بالعدد الكروموسومي. ثانياً : الإختلالات المرتبطة بالطفرات الجينية .

أولاً : الإختلالات المرتبطة بالعدد الكروموسومي:

هنالك نوعان من هذه الاختلالات :

أ- اختلالات الوراثة المرتبطة بعدد الكروموسومات الجسمية

عدد الكروموسومات الكلي	أبرز الأعراض	التغير في عدد الكروموسومات الجنسية	المتلازمة
47	قدرات عقلية محدودة، وقصر قامة وامتلاؤها، وعدم نمو القلب نموا طبيعيا، ووجود ثنية إضافية على الجفن	إضافة كروموسوم ثالث الزوج رقم <u>21</u>	متلازمة داون (البلاهة المنغولية)
47	قدرات عقلية وجسمية محدودة، واختلال في القلب والكليتين	إضافة كروموسوم ثالث الزوج رقم <u>18</u>	متلازمة ادوارد ( حالة نادرة الحدوث)
47	قدرات عقلية وجسمية محدودة، وإصابة بالعمى، والشفة العليا مشقوقة وكذلك سقف الحلق، وزيادة في عدد الأصابع، وغالبا يموت الأطفال المصابون به بعد عدة ساعات من الولادة	إضافة كروموسوم ثالث الزوج رقم <u>13</u>	متلازمة باتو ( حالة نادرة الحدوث)



## ملاحظات :

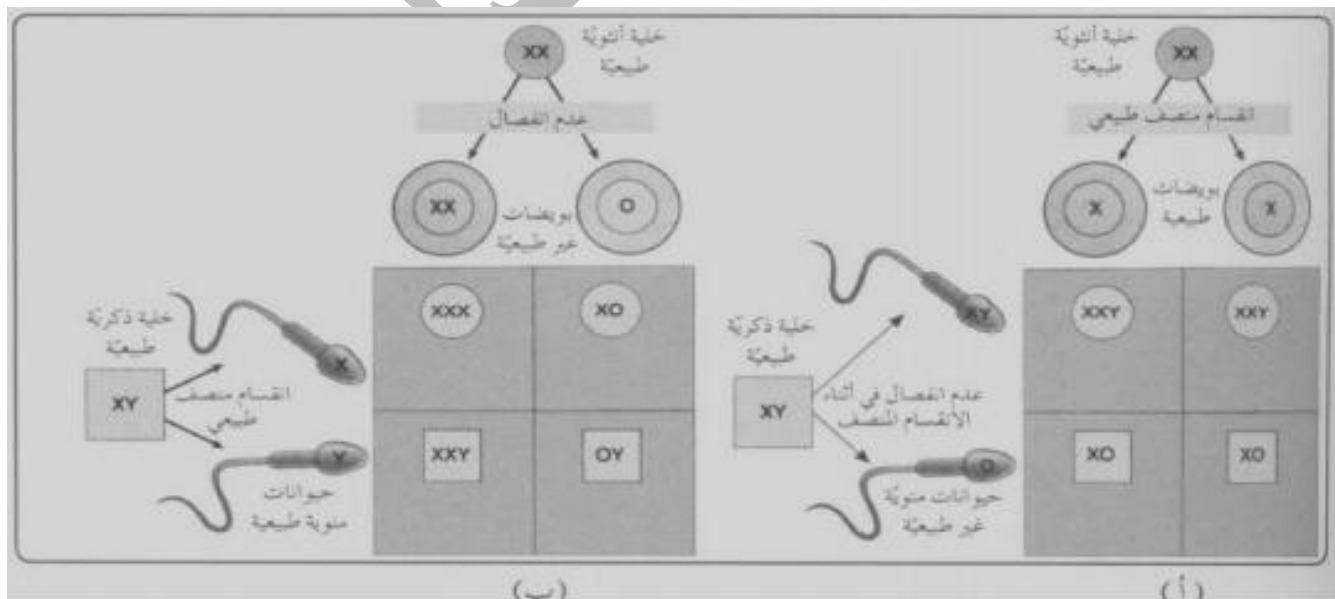
- 1- جميع الاختلالات ناتجة عن الكروموسوم الثالث المضاف بشكل غير طبيعي ناتج عن عدم انفصال زوج الكروموسومات لدى الاب او الام في الانقسام المنصف عند تكوين الجاميتات.
- 2- لا يتأثر عدد الكروموسومات الجنسية في من هذه الاختلالات فيبقى اثنان .
- 3- ومجموع الكروموسومات الجسمية لجميع الحالات يساوي (45).
- 4- اشترك أصحاب الاختلالات الثلاثة بعرض واحد وهو القدرات العقلية المحدودة.
- 5- الإنسان الطبيعي له 46 كروموسوم منها اثنان جنسي و44 جسمي

## ب- اختلالات الوراثة المرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية

ينتج هذه الخلل عن عدم انفصال زوج الكروموسومات الجنسية بشكل طبيعي عند الذكر أو عند الأنثى، حيث ينتج:

- 1- جاميت (حيوان منوي أو بويضة) خاليان من الكروموسومات الجنسية
- 2- جاميت (حيوان منوي أو بويضة) يحتويان على كروموسومان جنسيان

الأعراض	الطرز الكروموسومي الجنسي	عدد الكروموسومات			الإختلال الوراثي
		الكلبي	الجسمي	الجنسي	
أنثى عقيمة بسبب نقص في نمو الأعضاء التناسلية، وقصر قامة	X0	45	44	1	تيرنر
ذكر عقيم بسبب نقص في نمو الأعضاء التناسلية	XXY	47	44	3	كلينفلتر
أنثى طبيعية ولا يمكن تمييزها إلا بفحص الكروموسومات	XXX	47	44	3	أنثى ثلاثية المجموعة الكروموسومية
ذكر يموت في المراحل الجنينية المبكرة لأنه يفتقد للجينات الموجودة على الكروموسوم X	0Y	45	44	1	ذكر يموت



## كيف تنتج الاختلالات :

### 1-متلازمة تيرنر : طرازه XO

وتنتج عن حيوان منوي أو بويضة خالي من الكروموسومات الجنسية نتيجة عدم انفصال الكروموسومات الجنسية لدى الأب أو الأم مما يؤدي إلى تكون جاميت لا يحتوي على كروموسومات جنسية ثم يتحد مع جاميت طبيعي يحتوي على الكروموسوم X

## 2- متلازمة كلينفلتر : طرازه XXY

وتنتج عن حيوان منوي أو بويضة يحتويان على كروموسومان جنسيان ( بدل كروموسوم واحد في كل جاميت ) ثم يتحد مع جاميت طبيعي يحتوي على كروموسوم جنسي .  
 أ – جاميت ذكري غير طبيعي XY يتحد مع جاميت أنثوي طبيعي يحتوي على X فيتكون XXY .  
 ب – جاميت ذكري طبيعي يحتوي على كروموسوم Y يتحد مع جاميت أنثوي غير طبيعي يحتوي على XX فيتكون XXY  
 ملاحظة : اي زيادة في عدد الكروموسومات الجنسية مع وجود Y يبقى المرض كلينفلتر مثل XXXY

## 3- الأنثى ثلاثية الكروموسومات الجنسي : XXX

تنتج من إخصاب حيوان منوي طبيعي يحتوي على X مع بويضة غير طبيعية تحتوي على كروموسومان جنسيان XX مما يؤدي إلى تكون XXX

## 4- ذكر يموت : طرازه OY

تنتج من إخصاب حيوان منوي طبيعي يحتوي على Y مع بويضة غير طبيعية لا تحتوي على كروموسومات مما يؤدي إلى تكون OY ويموت في المراحل الجنينية المبكرة للحمل بسبب عدم امتلاكه الكروموسوم X الذي يستطيع حمل الجينات

س / ( ٢٠١١ شتوية ) يبين الشكل المجاور كيفية حدوث اختلالات وراثية مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية في الإنسان .

١. لماذا يموت الجنين الذي طرازه الكروموسومي الجنسي (OY) في مراحل جنينية مبكرة؟

٢. ما الطراز الكروموسومي الجنسي للفرد رقم (٣)؟

٣. حدد جنس الفرد في الحالة رقم (١) ؟

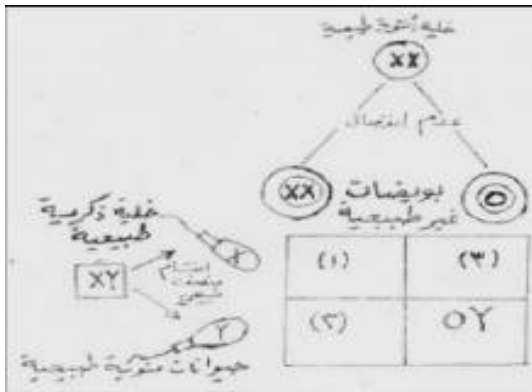
٤. ماذا يسمى الاختلال الوراثي في الحالة رقم (٢) ؟

١. لأنه يفتقد للجينات المحمولة على الكروموسوم X

2- XO

٣. أنثى

٤. كلينفلتر .



س / ( 2012 ) يبين الجدول المجاور بعض الاختلالات الوراثية في الإنسان , اكتب ما تمثله الأرقام ( 1 , 2 , 3 , 4 )

1- XXX

2- كلينفلتر

3- ذكر عقيم

4- XO

أحد الأعراض	الطراز الكروموسومي الجنسي	المتلازمة
أنثى طبيعية	( 1 )	أنثى ثلاثية المجموعة الكروموسومية
( 3 )	XXY	( 2 )
أنثى عقيمة	( 4 )	تيرنر

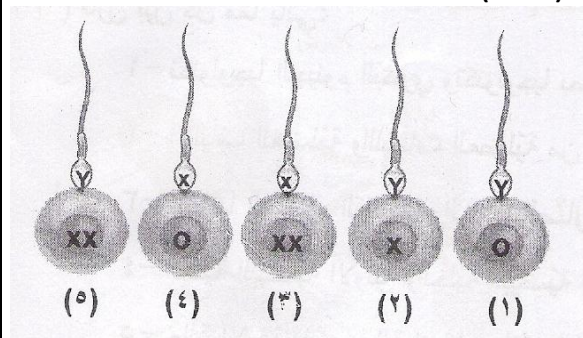
س ( 2013 ) ساعد علم الوراثة في تعرف بعض الاختلالات الوراثية عند الإنسان، وطرائق تشخيصها، ومعالجتها . اكتب اسم الاختلال الوراثي، والطراز الكروموسومي الجنسي لكل حالة مما يأتي :

• أنثى عقيمة وقصيرة القامة

• ذكر عقيم بسبب نقص في نمو الأعضاء التناسلية

• أنثى تعاني من قصر القامة و امتلائها ووجود ثنية إضافية على الجفن

- تيرنر ( XO ) - كلينفلتر ( XXY ) - داون ( XX )



س ( 2016 شتوي ) يمثل الشكل المجاور عمليات تلقيح حيوانات منوية خلايا بيضية ثانوية نتج عنها بويضات مخصبة المطلوب:

رقم البويضة المخصبة لفرد طبيعي ( 2 )

رقم البويضة المخصبة لفرد يموت في المراحل الجنينية ( 1 )

كل بويضة مخصبة فيها اختلال وراثي وحدده

(3) أنثى ثلاثية المجموعة الكروموسومية

(4) تيرنر

(5) كلينفلتر

## ثانيا : الإختلالات المرتبطة بالطفرات الجينية:

\* أمثله : 1- الثلاسيميا 2- فينل كيتونيوريا .

### 1 - الثلاسيميا (فقر دم البحر الأبيض المتوسط) :

- يدخل في تكوين هيموغلوبين الدم نوعان من الببتيدات , هما ألفا و بيتا غلوبين .
- إذا لم ينتج الجسم نتيجة الطفرة احد بروتيني هيموغلوبين الدم بصورة طبيعية , فان خلايا الدم الحمراء لا تقوم بوظيفتها بفاعلية حيث تتصف بما يلي:
  - 1- لا يكتمل تمايز بعض الخلايا المكونة لخلايا الدم الحمراء فتبقى النوى بداخله.
  - 2- يتخذ البعض الآخر من خلايا الدم الحمراء أشكال غير طبيعية.
  - 3- تتكسر معظم خلايا الحمراء
  - 4- تتحلل خلايا الدم الحمراء بعد فترة قصيرة من إنتاجها
  - 5- تفقد قدرتها على حمل كمية كافية من الأكسجين.
  - النتيجة لهذه التغيرات ينتج للمصاب حالة فقر دم في مراحل الطفولة المبكرة, وتستمر هذه الحالة مدى الحياة.
  - العلاج يحتاج المصاب إلى نقل دم كل 3-4 أسابيع حسب :
  - أ- عمر المصاب
  - ب- وحسب درجة نقص الهيموغلوبين عنده.

### أنواع الثلاسيميا :

أ- الثلاسيميا الصغرى ب- الثلاسيميا الكبرى

### أ-الثلاسيميا الصغرى :

- 1- يوجد ألبين المسؤول عن إنتاج مادة بروتين ألفا غلوبين في الهيموغلوبين على الكروموسوم رقم 16 .
  - 2- إذا حدث خلل في هذا ألبين ينتج حالات مرضية مختلفة منها أن يكون حاملا للمرض ولكنه لا يعاني من مشاكل صحية
  - 3- يكشف حامل المرض عند إجراء الفحص .
  - 4- يمكن للشخص الحامل للمرض الزواج وإنجاب أطفال أصحاء طالما لم يتزوج من شريك حامل للمرض
- ب- الثلاسيميا الكبرى :

- 1- يوجد ألبين المسؤول عن إنتاج مادة بروتين بيتا غلوبين في الهيموغلوبين على الكروموسوم رقم 11 .
- 2- إذا حدث خلل في هذا ألبين ينتج حالة مرضية مختلفة منها أن يعاني المصاب من :  
\* فقر دم ضعيف  
\* بعض التغيرات في عظام الوجه.  
\* تضخم الطحال.
- 3- هذا المرض خطير وواسع الانتشار.
- 4- يورث المرض عن طريق اجتماع الجينيين المتنحيين ( يجب إن يكون الأب والأم حاملين لجين المرض ).
- 5- يمكن الحد من انتشار المرض في المجتمع بعدم زواج أفراد العائلات الحاملة للمرض ببعضهم .
- 6- يمكن مراجعة مراكز الاستشارات الوراثية لإجراء الفحوصات الطبية , والحصول على النصائح الضرورية .

### 2- فينل كيتونيوريا:

يحدث المرض نتيجة طفرة في ألبين المسؤول عن تصنيع أنزيم له دور أساسي في أيض الحمض الاميني فينل ألانين الذي يتحول في أثناء التفاعلات الطبيعية إلى الحمض الاميني تايروسين في الجسم وعند تراكم حمض فينل الانلين في دم المصاب يصبح مادة سامة ينتج عنها مايلي :

- 1- قدرات عقلية محدودة للمصاب . 2- شحوب لون الجلد والشعر. 3- صغر حجم الرأس.
- الأعراض السابقة تكون لدى الأشخاص الحاملين لجيني المرض (المتنحي) بالصورة النقية.
- يولد المصاب طبيعي , تلاحظ الأعراض بعد حوالي ستة أشهر من الولادة (حتى يبدأ بتراكم حمض فينل الانلين).
- يشخص المرض بالفحوصات المخبرية خلال الأيام الأولى بعد الولادة , إذا حصل تشخيص مبكر (في الطفولة ) فإنه يمكن تجنب عواقبه من خلال: التحكم بتغذية الطفل المصاب بحمية مناسبة تخفض فيها نسبة الحمض الاميني فينل الانلين

س:- (2011) صف التغيرات التي تحدث لخلايا الدم الحمراء عند الأشخاص المصابين بمرض الثلاسيميا؟  
لا يكتمل تمايز بعض الخلايا المكونة لخلايا الدم الحمراء فتبقى النوى بداخلها، ويتخذ بعضها الآخر أشكال غير طبيعية ونتيجة لذلك تتكسر معظم خلايا الدم الحمراء وتتحلل بعد فترة قصيرة من إنتاجها، وتفقد قدرتها على حمل كمية كافية من الأوكسجين.

س (2008) علل، يعاني الأشخاص المصابين بمرض الثلاسيميا من فقر الدم؟  
لأن معظم خلايا الدم الحمراء تتكسر وتتحلل بعد فترة قصيرة من إنتاجها ، وتفقد قدرتها على حمل كمية كافية من الأوكسجين.

س (2008) (الثلاسيميا الكبرى مرض وراثي خطير، وواسع الانتشار، ويورث عن طريق اجتماع جينين متنحيين، والمطلوب :-كيف يمكن الحد من هذا المرض في المجتمع ؟

عدم زواج أفراد العائلات الحاملة للمرض ببعضهم .

س:- كيف يمكن الحد من انتشار الثلاسيميا في المجتمع ؟

عدم زواج أفراد العائلات الحاملة للمرض ببعضهم، حيث يمكن للمصابين بهذا المرض مراجعة مراكز الاستشارة الوراثية لأجراء الفحوصات الطبية والحصول على النصائح الضرورية.

س:- كيف يمكن التقليل من التأثيرات التي يسببها مرض فينل كيتونوريا؟

من خلال التحكم في تغذية الطفل المصاب باتباع حمية غذائية تنخفض فيها نسبة الحامض الأميني فينل ألانين.

س:- اذكر أعراض للإصابة بمرض فينل كيتونوريا؟

قدرات عقلية محدودة ، شحوب لون الجلد والشعر ، صغر حجم الرأس .

س:- (2011 و2012) فسر، تراكم الحمض الأميني فينل ألانين في دم المصاب بمرض فينل كيتونوريا..

نتيجة طفرة في جين متنحي مسؤول عن تصنيع إنزيم له دور مهم في أيض الحمض الأميني فينل ألانين الذي يتحول أثناء التفاعلات الطبيعية في الجسم إلى الحمض الأميني تايروسين

س:- كيف يمكن تجنب عواقب مرض فينل كيتونوريا بالتحكم بتغذية الطفل المصاب؟

باتباع حمية غذائية تنخفض فيها نسبة الحامض الأميني فينل ألانين.

س:- (2010) صنف الاختلالات الآتية إلى اختلالات مرتبطة بعدد الكروموسومات الجسمية، أو اختلالات مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية، أو اختلالات مرتبطة بالطفرات الجينية.

١. الثلاسيميا. ٢. متلازمة إدوارد. ٣. متلازمة تيرنر. ٤. فينل كيتونوريا.

١. الثلاسيميا:- اختلالات مرتبطة بالطفرات الجينية.

٢. متلازمة إدوارد:- اختلالات مرتبطة بعدد الكروموسومات الجسمية.

٣. متلازمة تيرنر:- اختلالات مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية.

٤. فينل كيتونوريا:- اختلالات مرتبطة بالطفرات الجينية.

س: (٢٠١٣) ترتبط الاختلالات الوراثية عند الإنسان بطفرة كروموسومية أو طفرة جينية، والمطلوب

١. سم ثلاثة اختلالات وراثية مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية؟

٢. ما عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية للفرد المصاب بمتلازمة إدوارد؟

٣. اذكر ثلاثة أعراض للإصابة بمرض فينل كيتونوريا؟

١. كلينفلتر ، تيرنر ، أنثى ثلاثية الكروموسومات الجنسية.

2- 47 كروموسوم أو ( ٤٥ جسمي + ٢ جنسي)

٣. قدرات عقلية محدودة ، شحوب لون الجلد والشعر ، صغر حجم الرأس.

س عند فحص جنين لعائلة ما تظهر عندهم العديد من الاختلالات الوراثية من الحمل ظهر المخطط الكروموسومي للطفل

XX XX XX XX XX X

18 19 20 21 22 23

المطلوب : 1- ما هو الاختلال الوراثي الذي يعاني منه الطفل . ما هو جنسه تيرنر - انثى

2- ما هو سبب حدوث الاختلال الوراثي للطفل. عدم انفصال الكروموسومات الجنسية لدى الاب او

الام واتحاد الجاميت الخالي مع جاميت طبيعي يحتوي على الكروموسوم الجنسي X

## تشخيص الاختلالات الوراثية عند الإنسان

ساعدت تكنولوجيا الوراثة والاستشارة الوراثية الباحثين على تحديد الأجنة غير الطبيعية ذات الاختلالات الكروموسومية والجينية وهي داخل أرحام الأمهات، وذلك بإجراء بعض الفحوص منها:

1- فحص خملات الكوريون . 2- فحص السائل الرهلي ( السلى) 3- تكنولوجيا الموجات فوق الصوتية

### 1- فحص خملات الكوريون :

- يمكن إجراء هذا الفحص ما بين الأسبوع الثامن والعاشر من الحمل
- آلية إجراء الفحص:
- أ- يتم اخذ عينه من أغشية خملات الكوريون ( جزء المشيمة من الجنين )
- ب- تفحص مخبريا للخلايا الجينية (يجرا لها فحص كيموحيوي ) يستغرق الفحص عدة ساعات أو يوم .
- تعطي هذه الطريقة نتائج سريعة في وقت قصير نسبيا (عدة ساعات).
- هذه الطريقة اقل أمنا وبالتالي اقل انتشارا.

### 2- فحص السائل الرهلي ( السلى):

- يمكن إجراء هذا الفحص ما بين الأسبوع الرابع عشر والسادس عشر من الحمل.
  - آلية الفحص إجراء:
  - أ- يتم غرز إبرة طويلة في جدار الرحم تصل إلى السائل الرهلي المحيط بالجنين
  - ب- طرد مركزي للعينة لفصل الخلايا عن السائل (الخلايا للأسفل والسائل للأعلى)
  - ج- عمل زراعة للخلايا الجينية الموجودة بالسائل الرهلي لعدة أسابيع.
  - د-عمل فحص كيموحيوي للخلايا الجينية .
  - تعطي هذه الطريقة نتائج وقت طويل نسبي (عدة أسابيع).
  - هذه الطريقة أكثر أمنا وبالتالي أوسع انتشارا.
- أهمية الفحصين السابقين:**

1- يمكن تشخيص بعض الاختلالات الوراثية بطرق كيموحيوية

2- يمكن الحصول على مخطط لكرموسومات الجنين ومقارنتها مع المخطط الطبيعي ( يمكن تحديد الاختلالات الكروموسومية إن وجدت لدى الجنين ) .

### 3- تكنولوجيا الموجات فوق الصوتية:

- تستخدم في هذه الطريقة أمواج صوتية عالية التردد لإنتاج صورة للجنين على تلفاز.
  - يحدد من خلال هذه الطريقة:
  - 1- عمر الجنين 2- جنس الجنين 3- وجود توأم
  - 4-الكشف عن اختلالات عند الجنين
- من هذه الاختلالات :**
- 1- تضخم الكلية 2 - اختلالات الحبل العصبى 3- بعض أمراض القلب

س:- وضح طريقة تشخيص الإختلالات الوراثية فحص خملات الكوريون؟

أ- تؤخذ عينة أغشية خملات الكوريون بواسطة أنبوب سحب من خلال جدار الرحم بين الأسبوعين (8-10) من الحمل.  
ب- من الخلايا التي يتم الحصول عليها يمكن تحديد:-

1. تشخيص بعض الإختلالات الوراثية بطرق كيموحيوية.

2. عمل مخطط للكروموسومات ومقارنته بالمخطط الطبيعي لتحديد الإختلالات الكروموسومية عند الجنين.

س:- وضح طريقة تشخيص الإختلالات الوراثية فحص السائل الرهلي ( السلي).

أ- تغرز إبرة طويلة من منطقة الظهر لتصل إلى السائل الرهلي المحيط بالجنين بين الأسبوعين (14-16) من الحمل.

ب- تؤخذ كمية قليلة من السائل بما تحويه من خلايا الجنين ثم طرد مركزي لفصل السائل عن الخلايا

ج- تزرع هذه الخلايا لمدة أسابيع من أجل:-

1. تشخيص بعض الإختلالات الوراثية بطرق كيموحيوية.

2. عمل مخطط للكروموسومات ومقارنته بالمخطط الطبيعي لتحديد الإختلالات الكروموسومية عند الجنين.

س:( مكرر 2010) قارن بين طريقة فحص خملات الكوريون وطريقة فحص السائل الرهلي على خلايا الجنين من حيث:

وجه المقارنة	فحص خملات الكوريون	فحص السائل الرهلي
فترة الحمل (عمر الجنين)	بين الأسبوعين 8-10 من الحمل	بين الأسبوعين 14-16 من الحمل
سرعة النتائج	تعطي نتائج في وقت قصير نسبيا بعد عدة ساعات أو يوم (سريع)	تعطي نتائج في وقت طويل نسبيا أسابيع أو عدة أيام (بطئ)
الأمان	أقل أمنا وأقل انتشارا	أكثر أمانا وأكثر انتشارا

س:- ( 2013 ) ما أهمية مقارنة مخطط كروموسومات خلايا الجنين بالمخطط الكروموسومي الطبيعي للإنسان؟  
لتحديد الإختلال الكروموسومية.

س:- من طرق تشخيص الإختلال الوراثية عند الإنسان، فحص خملات الكوريون وفحص السائل الرهلي، ما الأمور التي يمكن تحديدها من الخلايا التي يتم الحصول عليها من الطريقتين؟

1. الحصول على مخطط كروموسومات للجنين ومقارنته بالمخطط الطبيعي لتحديد الإختلالات الكروموسومية.

2. تشخيص بعض الإختلالات الوراثية بطرق كيموحيوية.

س:- فسر، يمكن تحديد جنس الجنين وعمره ومعرفة وجود توأم باستخدام الموجات فوق الصوتية عالية التردد .  
بإنتاج صورة للجنين على شاشة تلفاز .

س(2013) اذكر فائدتين لفحص الجنين باستخدام تكنولوجيا الموجات فوق الصوتية؟

1. جنس الجنين. 2. عمر الجنين. 3. معرفة وجود توأم. 4- الكشف عن إختلالات عند الجنين

من هذه الإختلالات :

1- تضخم الكلية 2 - إختلالات الحبل العصبي 3- بعض أمراض القلب

الاستشارة الوراثية :

- تهتم الدول والحكومات بالاستشارات الوراثية وفحوصاتها وقد تم إنشاء مجالس الاستشارة الوراثية التي تضم في عضويتها اختصاصيين في مجالات: الطب، التمريض، والمختبرات، علم الاجتماع، علم النفس
- تقدم الاستشارة الوراثية مجموعة من الخدمات وتحقق مجموعة من الأهداف وهي كما يلي:
  - 1- إرشاد المقبلين على الزواج والمتزوجين الذين يخشون إنجاب أطفال مصابين بأمراض وراثية وتقديم النصائح لهم.
  - 2- توضيح طبيعة المرض ومدى الإصابة به .
  - 3- توضيح الآثار النفسية والاجتماعية والاقتصادية للمرض .
  - 4- التأكيد على إجراء الإختبارات التشخيص المبكر .

س(2009) ما أهداف الاستشارة الوراثية؟

## خامسا :بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في الوراثة :

- استخدامات الجينات في التكنولوجيا الحيوية :
- أ- استخدمت الجينات في تكنولوجيا هندسة الجينات(فسر) لإنتاج بروتينات نقية , مثل:  
1-الأنسولين 2- بروتينات تخثر الدم 3- هرمون النمو
- ب- رسم الخريطة الجينية البشرية ( الجينوم البشري ) .
- ج- العلاج الجيني وهو استخدم الجينات السليمة أو أجزاء منها بدلا من الجينات التي بها خلل , مما يعطي أمل في علاج الأمراض الوراثية المستعصية
- د- بصمة الـDNA
- هـ- الأطعمة المعالجة جينيا .

### 1- الجينوم البشري

تعريف هو مجموع المعلومات الوراثية في الخلية البشرية الواحدة .

- مشروع رسم خريطة جينات الإنسان عبارة عن برنامج دولي تنتظم فيه أبحاث الجينات في الإنسان
- ✓ والهدف من هذا المشروع: تحديد تسلسل القواعد النيروجينية بالكامل لكل كروموسوم في الجينوم البشري .
- ❖ خطوات رسم خريطة الجينوم البشري يتم ما يلي ⑧ بالترتيب ⑧
- 1- رسم خريطة وراثية خلوية .
- 2- رسم خريطة جينية .
- 3- رسم خريطة فيزيائية .
- 4-تحديد تسلسل القواعد النيروجينية.

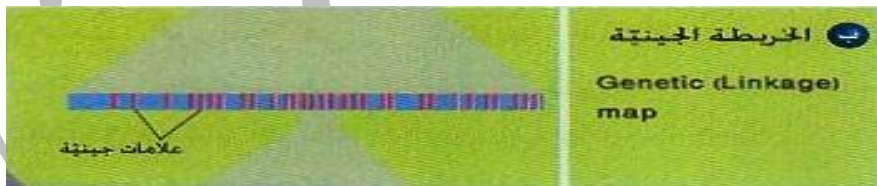
#### 1- رسم خريطة وراثية خلوية :

- تعامل الكروموسومات بأصباغ خاصة فتظهر الجينات باستخدام المجهر على شكل أشرطة.
- كل جين أو مجموعة من الجينات تصبغ بلون معين ويعتمد ذلك على امتصاص مكوناته لصبغة معينة دون غيرها.



#### 2- رسم خريطة جينية :

- تعامل الكروموسومات بمواد خاصة وتسمى مواد متألثة , فتظهر الألف العلامات الجينية مرتبة على الكروموسوم.
- تكون العلامات الجينية عبارة عن جينات أو أجزاء منها .
- تساعد هذه الخريطة على تحديد موقع جينات معينة بشكل دقيق



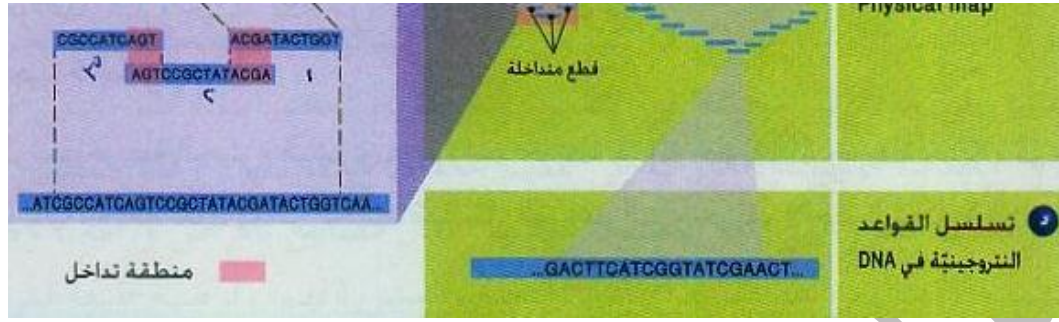
#### 3- رسم خريطة فيزيائية

- تعامل الكروموسومات بانزيمات قطع .
- تنتج الخريطة الفيزيائية بتقطيع الكروموسومات إلى قطع صغيرة متداخلة بواسطة إنزيمات تقطيع , تعمل في مناطق مختلفة وذلك لضمان حصول التداخل بين هذه القطع .
- يعبر عن المسافة بين الجينات بقياسات فيزيائية تكون عادة عدد من النيوكليوتيدات على طول جزيء DNA.



#### 4- تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية

يحدد تسلسل القواعد النيتروجينية في قطع الكروموسوم المختلفة ثم ترتب هذه القطع تبعا لمناطق المتداخلة بين القطع ثم ترتب على الكر وموسوم .

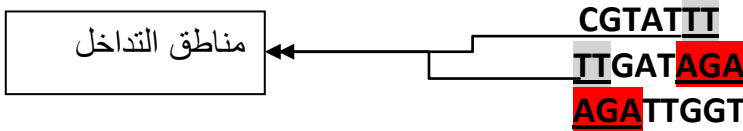


مثال : قطعت إنزيمات سلسلة من نيوكليوتيدات الجينوم البشري. ونتجت قطع تحمل الترتيب الآتي للقواعد النيتروجينية

CGTATT , TTGATAGA , AGATTGGT

✓ حدد تسلسل القواعد النيتروجينية للجينوم.

الحل: نحدد المواقع المشتركة في القطع الثلاثة مناطق التداخل بين القطع ( وهي التي تحتها خط)



• نرتب القواعد بشكل تسلسلي خطي بربط القطع حيث حذف تكرار الأجزاء المشتركة ( الإبقاء على الجزء وحذف التكرار الآخر) كما يلي

GGTATT  
TTGATAGA  
AGATTGGT  
GGTATTGATAGATTGGT

✓ أهمية معرفة تسلسل القواعد النيتروجينية في الجينوم البشري :

- 1- تحديد الجينات المسببة للمرض
- 2- مقارنة جينات الأنواع المختلفة من الكائنات الحية مع بعضها البعض .
- 3- عزل الجينات لاستخدامها في الصيدلة والزراعة والصناعات الكيميائية .
- 4- مقارنة الجينات ضمن أفراد النوع الواحد من الكائنات الحية .
- 5- تحديد وظائف الجينات .
- 6- تحديد الجينات المشفرة للبروتين .

س:- فسّر، تظهر مواقع الجينات باستخدام المجهر على شكل أشرطة في خريطة الوراثة الخلوية عندما تعامل الكروموسومات بأصبغ خاصة .

لأن كل جين أو مجموعة من الجينات تصبغ بلون معين، ويعتمد ذلك على امتصاص مكوناته لصبغة معينة دون غيرها.

س: كيف يتم رسم الخريطة الجينية كخطوة من خطوات رسم خريطة الجينوم البشري؟

الحل:- تعامل الكروموسومات بمواد متألئة فتظهر آلاف العلامات الجينية مرتبة على الكروموسوم، وقد تكون لجينات أو أجزاء منها، وتساعد هذه الخريطة على تحديد مواقع جينات معينة بشكل دقيق.

س: بماذا تعامل الكروموسومات للحصول على خريطة جينية؟

- 1- أنزيمات تقطيع
- 2- مواد متألئة
- 3- أصباغ خاصة
- 4- أشعة سينية



س: (2009) قارن بين خريطة الوراثة الخلوية والخريطة الجينية للكروموسومات من حيث :  
 ١. المادة التي يعامل بها الكروموسوم في كل منهما؟ ٢. أهمية كل منهما في رسم خريطة الجينوم؟

الخريطة الجينية	خريطة الوراثة الخلوية	وجه المقارنة
مواد متألئة	أصبغ خاصة	المادة التي يعامل بها الكروموسوم
تظهر آلاف العلامات الجينية مرتبة على الكروموسوم	تظهر الجينات على شكل أشربة أو خطوط	أهمية كل منها

س : فسر يتم استخدام أكثر من إنزيم تقطيع لضمان حصول التداخل بين هذه القطع.

س:(2009) فسر، تنتج الخريطة الفيزيائية للجينوم البشري بتقطيع الكروموسوم بواسطة أكثر من إنزيم تقطيع تعمل في مناطق مختلفة. لضمان حصول التداخل بين هذه القطع ليم بعد ذلك إعادة ترتيبها أو لتقطيع الكروموسوم إلى قطع صغيرة متداخلة.

س: كيف يمكن تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية كخطوة من خطوات رسم خريطة الجينوم البشري؟  
 يحدد تسلسل القواعد النيتروجينية في قطع الكروموسوم المختلفة، ثم ترتب هذه القطع تبعاً لما يلي:  
 ١. المناطق المتداخلة بين القطع.  
 ٢. ترتيبها على الكروموسوم.

س:- قطعت إنزيمات التقطيع سلسلة من نيوكليوتيدات الجينوم، ونتجت قطع تحمل الترتيب الآتي للقواعد النيتروجينية :  
 ATTGGCA , AACTA , CCATAT , CATTAAA

١. حدد مناطق التداخل؟ ٢. ما هو التسلسل الأصلي للقواعد النيتروجينية في الجينوم؟

1- مناطق التداخل ATTGGCA ، AACTA ، CCATAT ، CATTAAA ،  
 في منتصف نهاية بداية في المنتصف

CCATAT

ATTGGCA

CATTAAA

AACTA

2- التسلسل الأصلي للقواعد النيتروجينية في الجينوم CCATATTGGCATTAAACTA

س (2008) قطعت إنزيمات التقطيع سلسلة من نيوكليوتيدات جينوم ما، فنتجت قطع تحمل الترتيب الآتي للقواعد

النيتروجينية AGTCCGCTATACGA ، ACGATACTGGT ، CGCCATCAGT

والمطلوب ١. حدد النيوكليوتيدات التي تمثل مناطق التداخل بين القطع السابقة من الجينوم ؟

٢. ما الخطوات التي تسبق عملية تقطيع الكروموسوم في أثناء خطوات رسم خريطة الجينوم البشري ؟

1- AGT ، ACGA

٢. رسم خريطة جينية ، رسم خريطة الوراثة الخلوية .

س (2010) قطعت إنزيمات التقطيع سلسلة من نيوكليوتيدات الجينوم، ونتجت قطع تحمل ترتيب القواعد النيتروجينية

الآتي CAAA ، GCCTT ، AAGGCC ، والمطلوب:-

١. حدد النيوكليوتيدات التي تمثل مناطق التداخل بين القطع السابقة للجينوم .

٢. ما التسلسل الأصلي للقواعد النيتروجينية في الجينوم؟

٣. وضح المقصود بالجينوم البشري

1- AA ، GCC

2- CAAAGGCCTT

٣. الجينوم البشري: وهو مجموعة المعلومات الوراثية في الخلية البشرية الواحدة.

س : (2013) ما أهمية معرفة تسلسل القواعد النيتروجينية في الجينوم؟

## 2- العلاج الجيني

**تعريف** هو عبارة عن عملية نقل جين سليم أو جزء منه داخل خلية معينة ليحل محل جين مسبب لمرض ما , أو الجزء من ذلك الجين المسؤول عن إحداث المرض .

- العلاج الجيني تكنولوجيا حديثة أثبتت نجاحها ولذلك تحفز على التوسع في استخدامها لتشمل أمراض عديدة أخرى
- أنواعه** يطبق العلاج الجيني على كل من
- أ- الخلايا الجنسية
  - ب- الخلايا الجسمية

### أ- العلاج الجيني للخلايا الجنسية :

- يتم فيه تغيير جينات الجاميتات أو البويضة المخصبة
- **ميزته** يورث هذا التغيير للأجيال اللاحقة .

### ب- العلاج الجيني للخلايا الجسمية :

يتم فيه تغيير جينات الخلايا الجسمية

- أمثلة على الخلايا الحادثة بها التغيير: أنسجة العضلات, الرئة , الدماغ , العظام ( خلايا قابلة للانقسام ) .
  - هو علاج ( تغيير ) لا يورث.
- آلية العلاج :**

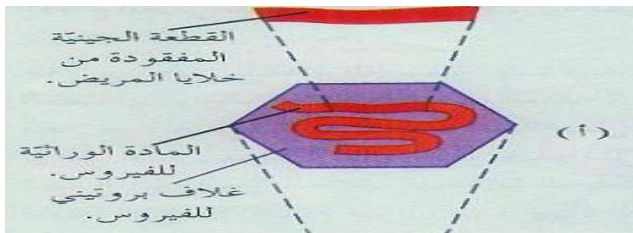
- نقل الجينات اللازمة للخلايا الجسمية المريضة بواسطة النواقل البيولوجية ( مثل الفيروسات المعدلة جينيا ) .
- ✓ **شروط نجاح استمرار عملية المعالجة الجينية:**

أن تكون الخلايا الجسمية المستقبلية قادرة على الانقسام طوال فترة حياة المريضة.

مثل الخلايا الجذعية قادرة على الانقسام طوال فترة حياة المريض وهي مناسبة لعملية العلاج الجيني لإنتاجها خلايا الدم وأنواع خلايا جهاز المناعة جميعها في الجسم .

### ✓ خطوات عملية علاج الجيني

أ- إدخال القطعة المحتوية على الجين السليم للفيروس



ب- إزالة خلايا نخاع العظم المصابة من المصاب ثم تنميتها في وسط غذائي بعد ذلك يضاف إليها الفيروس المعدل جينيا فيهاجم خلايا نخاع العظم المصابة .



ج- اندماج المادة الوراثية للفيروس المعدل جينيا مع المادة الوراثية لخلايا نخاع العظم .

د- حقن الخلايا المعدلة جينيا في نخاع عظم المريض .

### ملاحظات على العملية :

❖ يستخدم الفيروس كناقل بيولوجي بسبب :

**قدرته على إدخال نسخة الجين السليم إلى داخله ودمجه مع المادة الوراثية الخاصة به .**

- عند إدخال الفيروس الحامل للجين السليم خلايا جسم المريض. فان هذه الخلايا تترجم في عملية بناء البروتين
- تتكون المادة العلاجية المطلوبة التي لم يكن باستطاعة خلايا المريض إنتاجها في السابق.

### 3- بصمة DNA (البصمة الوراثية)

✓ يجرى عادة فحص مخبري للدم أو لنسيج معين في الجسم لتعرف على :  
 ا- هوية متهم بجريمة      ب- الفصل في قضايا النسب

#### ❖ شروط الفحوصات :

- أ- أن تكون الكمية كافية للفحوصات .  
 ب- أن تكون الأنسجة حديثة .

#### ملاحظة:

لا تمثل الفحوصات المخبرية دليلا على مرتكب الجريمة ( حيث يمكن تشابه أكثر من شخص بفصيلة الدم , أو بنفس النوع من النسيج ) , ولكنها يمكن أن تنفي التهمة عنه .

ولذلك تم استخدام بصمة DNA وهي عبارة عن تكنولوجيا حديثة تساعد لتعرف على الأشخاص وهوياتهم بدقة كبيرة حيث يتم تحليل الـ DNA ومعرفة تسلسل القواعد النيوكليوتيدات حيث أن هذا التسلسل لا يتكرر بين الأشخاص - ماعدا التوائم المتماثلة - . لذا تستخدم بصمة DNA في حالات :

#### ب- حالات الجريمة

#### أ- إثبات الأبوة أو نفيها

#### مصادر DNA المستخدم في الفحص :

- 1- الدم      2- الجلد      3- السائل المنوي      4- جذور الشعر

أ- في حالات إثبات الأبوة لطفل معين : تجرى مقارنة بين DNA الطفل وكلا الأبوين

( بتحليل عينات DNA ) . يجب توافق جزء من DNA الطفل مع DNA الأم , والجزء الأخر مع DNA الأب .

ب- في حالات الجريمة يجرى تحليل عينات DNA من مصادر وجدت في مسرح الجريمة والأشخاص المشتبه بهم.

#### خطوات استخدام بصمة DNA في جرائم القتل:

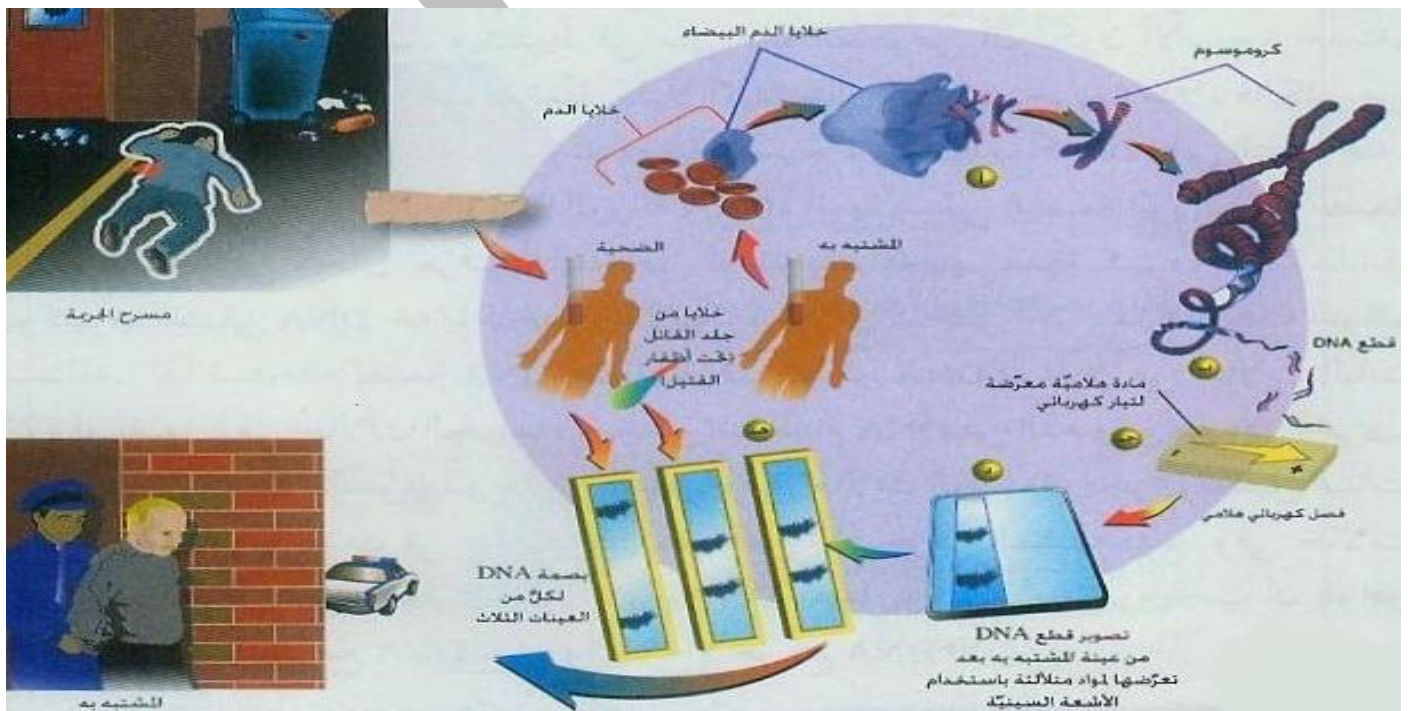
1- اخذ عينة من دم المشتبه به وأنسجة وجدت للقاتل تحت أظافر الضحية وعينة دم الضحية للمقارنة وتستخلص الكروموسومات من العينات الثلاث .

2- تستخلص سلاسل DNA من كروموسومات العينات وتقطع في مواقع معينة إلى قطع بواسطة إنزيمات تقطيع . وتكون القطع مختلفة في الحجم والطول حسب نوع الإنزيم. كما تكون مختلفة من شخص إلى آخر - ماعدا حالات التوائم.

3- تفصل قطع DNA باستخدام تكنولوجيا خاصة تسمى الفصل الكهربائي الهلامي , إذ تمرر هذه القطع في مادة هلامية معرضة للتيار الكهربائي ويحدد طول كل قطعة وشحنتها البعد الذي تتحرك القطع في المادة الهلامية .

4- تعرض المادة الهلامية إلى مواد متألئة, ثم تصور هذه المادة الهلامية بالأشعة السينية x-ray, حيث تظهر قطع DNA على شكل مجموعات من الخطوط السوداء على صورة الأشعة وتسمى هذه الخطوط بصمة DNA.

5- تقارن مجموعة الخطوط السوداء لعينات كل من المتهم والضحية والأنسجة لموجودة تحت أظافر الضحية.



#### 4- الأظعمة المعدلة جينيا

- استخدم علماء التكنولوجيا الحيوية هندسة الجينات لتحسين خصائص كثيرة من نبات المحاصيل بتغيير بعض جيناتها .
  - أمثلة على الخصائص المحسنة لبعض النباتات المعدلة جينيا بهندسة الجينات :
    - 1- مقاومة النباتات للحشرات
    - 2- بطء نضوج الثمار
    - 3- كبر حجم الثمرة
    - 4- جودة طعم الثمرة
- مثال: البندورة الشتوية قام العلماء بتغيير جيناتها حيث أصبحت ذات صفات مرغوبة وذات صفات مميزه , وتنتج طوال أيام السنة .
- خطوات تعديل البندورة الشتوية جينيا :**
- أ- عزل الجين الذي يؤدي إلى جعل ثمار البندورة سريعة الفساد .
  - ب- تعديل هذا الجين واستنساخه داخل عائل مناسب , ثم إعادته إلى خلايا نبات البندورة من جديد . مما يبسط من عملية تليين الثمار وإفسادها .
  - ج- زرع النبات وتنميته .
  - د- ترك الثمار أيام عدة على الأغصان (فسر) وذلك لإكسابها الصفة المرغوبة .
- ملاحظة : (تخوف استخدام الأظعمة المعدلة جينيا )**  
للأظعمة المعدلة جينيا آثار جانبية على بعض الأشخاص حيث تسبب لهم حساسية .

#### الأبعاد الأخلاقية لتطبيقات علم الوراثة

- يتحتم أخلاقيا في ظل المخاوف من الاستخدامات المختلفة لعلم الوراثة , ولتقليل من السلبيات التي قد تصاحبها اتخاذ احتياطات عدة منها :
- 1- وضع معايير وضوابط للحد من خطورة التلاعب بالجينات , وذلك بتصميم مختبرات خاصة للأبحاث المتعلقة بها , وتطبيق إجراءات تمنع تسرب البكتيريا أو الفيروسات التي تحمل جينات غريبة عنها , وانتشارها .
  - 2- الاحتفاظ بمصادر الأصول الوراثية وبياتها في بنوك خاصة وبسرية تامة .
  - 3- الالتزام بالتشريعات المحلية والدولية في مجال تطبيقات علم الوراثة , بحيث تصبح تحترم حقوق الفرد والأسرة والمجتمع .
  - 4- عدم استخدام تطبيقات الوراثة لإغراض تجارية بحتة , أو استجابة لإغراءات الشركات العملاقة في الدول الصناعية دون اعتبار لتأثيرات سلبية محتملة على البيئة والكائنات الحية .
  - 5- تعزيز أشكال التعليم والتدريب في مجالات التكنولوجيا الحيوية, ونشر الوعي بها بوسائل الإعلام والتوعية المختلفة.
- إن الانحراف الأخلاقي في التعامل مع الجينوم البشري يأتي بالدرجة الأولى في حصر الاستفادة في ما يخص العالم الأول, وإهمال سائر الشعوب خاصة تلك التي تعاني من الأمراض الوراثية بدرجة كبيرة , كما أن معرفة المادة الوراثية للسلاسل البشرية مستقبلا قد يجعل التفكير واردا في تغيير الجينات البشرية . لذلك استحدثت فقرة مشروع الجينوم البشري تتعلق بالضوابط الأخلاقية والتنظيمية والاجتماعية للمشروع , حتى لا يساء استخدام التطبيقات الوراثية به , وينطبق عليهم قوله تعالى : " ولأمرنهم فليغيرن خلق الله"

س ( 2012 ) ماذا يشترط لاستمرار نجاح المعالجة الجينية للخلايا الجسمية ؟  
أن تكون الخلايا المستقبلية للجين السليم قادرة على الانقسام طوال فترة حياة المريض .

س (2011) فسر، تستخدم الخلايا الجذعية لاستمرار نجاح المعالجة الجينية للخلايا الجسمية.  
أو (استمرار نجاح المعالجة الجينية للخلايا الجذعية التي تنتج خلايا الدم وخلايا جهاز المناعة) .  
لأنها قادرة على الانقسام طوال فترة حياة المريض.

س: لماذا تستخدم الفيروسات المعدلة جينيا كنواقل بيولوجية في العلاج الجيني؟  
لأن له قدرة على إدخال نسخة الجين السليم إلى داخله ودمجها مع المادة الوراثية الخاصة به.

س: ما التغير الذي طرأ على المادة الوراثية لخلايا نخاع العظم بعد إضافة الفيروس المعدل جينيا ؟  
أضيف إليها القطعة الجينية المفقودة من خلايا المريض، وتتكون المادة العلاجية المطلوبة التي لم يكن باستطاعة خلايا المريض إنتاجها في السابق.

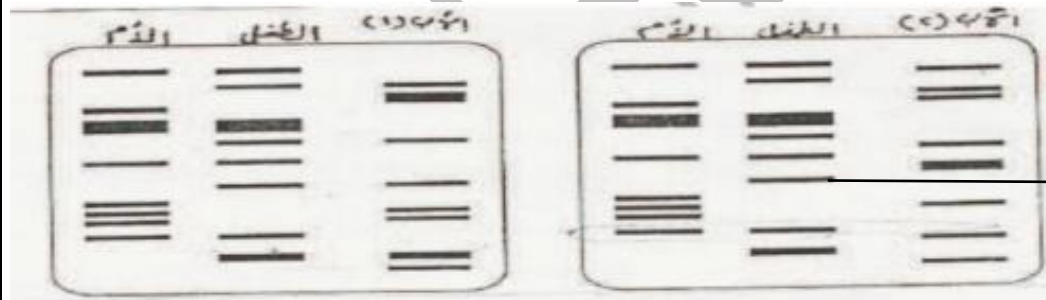
س:- أين تحقن خلايا نخاع العظم المعدلة جينيا ؟  
تحقن في نخاع عظم الشخص المصاب.

س: (2009) فسر، تستخدم بصمة DNA أو البصمة الوراثية في مجال تعرف الأشخاص أو تحديد هويتهم بدقة كبيرة.

لأن تسلسل النيوكليوتيدات في DNA خلايا شخص ما لا يتكرر في أي شخص آخر ما عدا حالات التوائم المتماثلة.

س: (2012) ماذا يشترط في إثبات الأبوة لطفل معين عند مقارنة DNA الطفل مع كلا الأبوين في بصمة DNA ؟  
تجرى مقارنة بين DNA الطفل وكلا الأبوين، ويجب أن يتوافق جزء من DNA الطفل مع DNA الأم والجزء الآخر مع DNA الأب .

س:- الشكل التالي يبين بصمات DNA لأبوين وأم وطفل، بين أي من الأبوين هو أب لهذا الطفل؟  
الأب رقم ( 1 ) .



س:- ما التكنولوجيا الخاصة التي يتم من خلالها فصل قطع DNA ؟  
الفصل الكهربائي الهلامي

س:- ماذا يظهر عند تصوير المادة الهلامية باستخدام الأشعة السينية ؟  
تظهر القطع على شكل مجموعات من الخطوط السوداء على صورة الأشعة السينية، وتسمى هذه الخطوط بصمة DNA

س: فسر، يتم إعادة الجين المعدل بعد استنساخه داخل عائل مناسب إلى خلايا نبات البندورة الشتوية من جديد؟  
لأن ذلك يبطئ من عملية تليين الثمار وفسادها.

س: (2010) فسر، يبدي بعض الأشخاص تخوفا من تناول الأطعمة استخدامها المعدلة جينيا ؟  
بسبب ملاحظة ظهور أعراض جانبية كالحساسية عند بعض الناس.

س : استحدثت فقرة مشروع الجينوم البشري تتعلق بالضوابط الأخلاقية والتنظيمية والاجتماعية للمشروع . حتى لا يساء لاستخدام التطبيقات الوراثية .

س ( 2008 ) تعد تكنولوجيا العلاج الجيني من التطبيقات التكنولوجية الحيوية في علاج العديد من الأمراض الوراثية المستعصية. والمطلوب ١. لماذا تستخدم الفيروسات المعدلة جينيا كنواقل بيولوجية في العلاج الجيني ؟  
٢. ماذا يشترط لاستمرار نجاح المعالجة الجينية للخلايا الجسمية ؟  
١. بفضل قدرتها على إدخال نسخة الجين السليم إلى داخلها ودمجها مع المادة الوراثية الخاصة به  
٢. أن تكون الخلايا المستقبلية للجين السليم قادرة على الانقسام طوال فترة حياة المريض.

س ( 2010 ) من خلال دراستك لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية في الوراثة، اجب عما يأتي  
أ. اذكر خطوات متسلسلة كيفية استخدام بصمة DNA في الكشف عن مرتكب جريمة قتل، عند توفر عينة من أنسجة المشتبه به وعينة من دم الضحية في مسرح الجريمة.  
ب- لماذا يبدي البعض تخوفا من الأطعمة المعدلة جينيا؟  
أ- 1- تستخلص الكروموسومات من العينات الثلاث.  
2 تستخلص سلاسل DNA من كروموسومات العينات ، وتقطع في مواقع معينة إلى قطع بواسطة إنزيمات تقطيع، وتكون القطع مختلفة في الحجم والطول حسب نوع الإنزيم ، كما تكون مختلفة من شخص إلى آخر ما عدا حالة التوائم المتماثلة .  
3- تفصل قطع DNA باستخدام تكنولوجيا خاصة تسمى الفصل الكهربائي الهلامي، إذ تمرر هذه القطع في مادة هلامية معرضة لتيار كهربائي، ويحدد طول كل قطعة وشحنتها البعد الذي تتحركه القطع في المادة الهلامية .  
4- تعرض المادة الهلامية إلى مواد متألئة ، ثم تصوير هذه المادة الهلامية بالأشعة السينية، حيث تظهر قطع DNA على شكل مجموعات من الخطوط السوداء على صورة الأشعة، وتسمى هذه الخطوط بصمة DNA  
5- تقارن مجموعات الخطوط السوداء لعينات كل من المتهم والضحية والأنسجة الموجودة تحت أظافر الضحية  
ب- تسبب ظهور أعراض جانبية أو تسبب الحساسية.

س ( 2012 ) لبصمة DNA دور في الكشف عن مرتكب جريمة ما، والمطلوب

١. ما اسم التكنولوجيا الخاصة التي يتم فيها فصل قطع DNA ؟

٢. ما سبب استخدام بصمة DNA في تحديد هوية القاتل بدقة؟

١. الفصل الهلامي الكهربائي

٢. لأن تسلسل النيوكليوتيدات في DNA خلايا شخص ما لا يتكرر في أي شخص آخر ما عدا حالات التوائم المتماثلة.

س ( 2013 ) تعد بصمة DNA من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في الوراثة، والمطلوب

١. سم التكنولوجيا الخاصة التي يتم فيها فصل قطع DNA ؟

٢. كيف تظهر قطع DNA عند تصوير المادة الهلامية بالأشعة السينية على صورة الأشعة؟

٣. كيف تستخدم بصمة DNA في إثبات الأبوة لطفل معين؟

١. الفصل الهلامي الكهربائي  
٢. خطوط سوداء

٣. تجرى مقارنة بين DNA الطفل وكلا الأبوين، أو توافق جزء من DNA الطفل مع DNA الأم والجزء الآخر مع DNA الأب

س ( 2010 ) اذكر خطوات تعديل البندورة الشتوية جينيا لتصبح مرغوبا فيها وذات صفات مميزة؟

1- عزل الجين الذي يؤدي إلى جعل ثمار البندورة سريعة الفساد .

2 -تعديل هذا الجين

3-استنساخه داخل عائل مناسب .

4- إعادته إلى خلايا نبات البندورة من جديد ، مما يبطن من عملية تليين الثمار وفسادها .

5- زرع النبات وتنميته، وترك الثمار أياما عدة على الأغصان ، وذلك لإكسابها الصفة المرغوبة

س ( 2012 )فسر، يتم إعادة الجين المعدل بعد استنساخه داخل عائل مناسب إلى خلايا نبات البندورة الشتوية من جديد؟ لأن ذلك يبطن من عملية تليين الثمار وفسادها.

## إجابات أسئلة الفصل الثاني تطبيقات في الوراثة

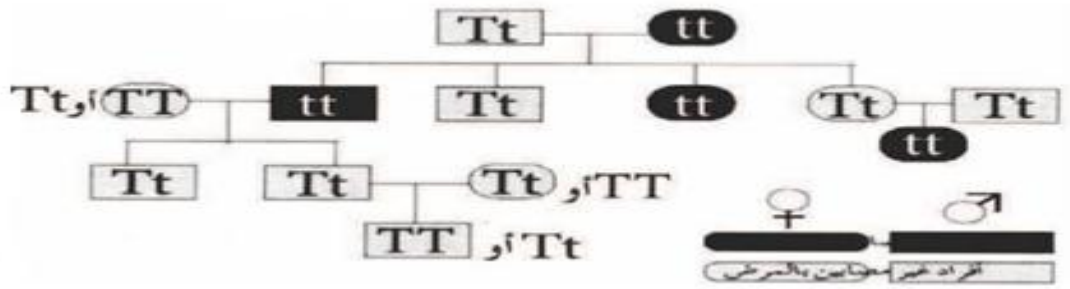
س ١ محذوف

س ٢ : في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف:- لا ينفصل احد الكروموسومات أو بعضها عن الكروموسوم المماثل له مما يؤدي إلى ظهور جاميتات تحتوي على عدد من الكروموسومات أكثر من العدد الطبيعي أو اقل منه

في المرحلة الثانية من الانقسام المنصف:- لا ينفصل الكروماتيدان الشقيقان عن بعضهما البعض في احد الكروموسومات مما يؤدي إلى ظهور جاميتات تحتوي على عدد من الكروموسومات أكثر من العدد الطبيعي أو اقل منه فضلا عن وجود جاميتات طبيعية.

س ٣ : إضافة ثلاثة أزواج من النيوكليوتيدات ( شيفرة واحدة ) أو فقدها يسبب إضافة حمض أميني واحد أو فقده، وبالتالي يكون التأثير على البروتين الناتج قليلا، اما في حالة ازاحة نيوكليوتيدات يتم تغير جميع الاحماض الامينية وبالتالي يكون تأثيرها اكبر

س ٤ : وراثه هذا المرض ناتجة عن جين متنحي .



س ٥ : إذا اتحد جاميت ذكري ( XY ) والذي ينتج من عدم انفصال الكروموسوم الجنسي ( Y ) عن الكروموسوم الجنسي ( X ) لتكوين الجاميتات الذكرية عند الأب ، مع بويضة طبيعية ( X ) ينتج ذكر عقيم ويسمى متلازمة كلينفلتر يحمل الطراز الكروموسومي ( XXY )

أو في حال اتحاد جاميت أنثوي لم يحدث له انفصال للكروموسومات الجنسية ( XX ) مع جاميت ذكري طبيعي يحتوي على ( Y ) مما يؤدي الى تكون الطراز الجيني ( XXY )

س ٦ : وجود زوج من الجينات المتنحية المسؤولة عن تصنيع إنزيم له دور مهم في أيض الحمض الأميني فينل الأنين، الحمض الأميني فينل الأنين في الدم. الذي يتحول في أثناء التفاعلات الطبيعية في الجسم إلى الحمض الأميني تايروسين، وينتج هذا المرض من تراكم

س7 : خطوات فحص خملات الكوريون :

أ. تؤخذ كمية قليلة من خملات الكوريون ( جزء المشيمة من الجنين ) بواسطة أنبوب سحب من خلال جدار الرحم بين الاسبوعين ( 8 - 10 ) من الحمل.

ب. تجرى على هذه الخلايا عدة فحوص كيموحيوية من أجل:

1- تشخيص بعض الإختلالات الوراثية الناتجة عن طفرات جينية

2- عمل مخطط للكروموسومات ومقارنته بالمخطط الطبيعي لتحديد الإختلالات الكروموسومية

س ٨ أ. لأن مناطق التداخل عبارة عن الأماكن التي انفصلت عندها قطع الكروموسوم ، وبالتالي التعرف على تسلسل النيوكليوتيدات عن طريق معرفة القطعة التي قبل التداخل والقطعة التي تليها.

ب. لإعطاء خلايا تحتوي على الجين المفقود باستمرار طوال فترة حياة المريض لانه لايستطيع صناعة الجين المفقود ويحتاجها بكميات كبيرة مثل الخلايا الجذعية لأنها تنتج خلايا الدم وأنواع خلايا جهاز المناعة جميعها في الجسم

ج. أخذت عينة دم من المشتبه به لعمل بصمة DNA له ومقارنتها مع بصمة DNA للعينة التي وجدت في مسرح الجريمة، وذلك للتأكد من هوية مرتكب الجريمة.

س1 : اختر الاجابة الصحيحة :

7	6	5	4	3	2	1	رقم السؤال
ج	ج	ب	د	ج	د	ج	الإجابة

س٢:- نص قانون انعزال الصفات " أن جيني الصفة ينفصلان عن بعضهما البعض ، ويتوزعان على الجامينات في أثناء عملية الانقسام المنصف دون أن يتأثر بانفصال جيني أي صفة أخرى"

س 3 : يمكن تفسيرها بالاعتماد على قاعدة استقلالية الأحداث في احتمالاتها " الأحداث السابقة لا تؤثر في احتمال وقوع الأحداث اللاحقة التي تليها" أي أن كل عملية إنجاب تكون مستقلة باحتمالاتها .

س٤ : أ الطرز الشكلية للآباء طويلة الساق ( نقي ) \* قصيرة الساق الطرز الجينية للآباء

TT \* tt

ب- الطرز الجينية للآباء ( Tt ) F1

الطرز الشكلية للآباء (F1) طويلة الساق

ج- الطرز الشكلية للآباء : نبات طويل الساق (غير نقي) \* نبات طويل الساق (غير نقي)

Tt \* Tt

T, t \* T, t

TT, Tt, Tt, tt

قصير طويل

%25 %75

س:5 أ. اسود ورمادي.

ب. اسود و ابيض ورمادي.

ج. ابيض ورمادي

س 6 : الديك أ. RRAA. الديك ب. RrAa. الدجاجة ج. RRAa. الدجاجة د. RrAA.

س ٧ : الطرز الشكلية للأفراد الناتجة:- فصيلة الدم ( B ) أو فصيلة الدم ( A )

س ٨ :-أ. تزيد نسبة الذكور عن الإناث، لأنه جين متحي واحد عند الإناث يكفي لموتها

ب. تزيد نسبة الإناث عن الذكور، لأنه جين متحي واحد عند الذكور يكفي لموتها .

س 9 : الاب X<sup>A</sup>Y

الام X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>  
الابنة X<sup>A</sup>X<sup>A</sup> , X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>

الابن X<sup>a</sup>Y

س10 : تحدد مواقع الجينات بمعرفة نسبة انفصال الجينات المرتبطة، وتكرار حدوث التراكيب الجينية الجديدة التي تعتمد على المسافة بين الجينات، وقد ثبت أن نسبة العبور بين أي زوج من الجينات ثابتة ومحددة، لذلك يمكن استخدام نسب العبور بين أزواج الجينات لحساب المسافة بينها، وترتيبها طولياً على الكروموسومات الحاملة لها.



س11: يورث هذا المرض عن طريق اجتماع جينين متنحيين، أي أنه لا بد أن تكون الأم حاملة للمرض والأب حاملا للمرض حتى يتم إنجاب طفل مصاب بهذا المر, حيث يتم إبلاغ الأبوين إذا كانا يملكان الجين المتنحي ويقدم لهم استشارة وراثية من قبل المختصين .

س١٢ :

وجه المقارنة	فحص خملات الكوريون	فحص السائل الرهلي
فترة الحمل (عمر الجنين)	بين الأسبوعين 8-10 من الحمل	بين الاسبوعين 14-16 من الحمل
سرعة النتائج	تعطي نتائج في وقت قصير نسبيا بعد عدة ساعات أو يوم (سريع)	تعطي نتائج في وقت طويل نسبيا أسابيع أو عدة أيام (بطئ)

س١٣ : GCCTTGG , TAAGCCGA , TGAATAA , CGATTAGCC

في المنتصف , بداية , في المنتصف , نهاية

TGAATAAGCCGATTAGCCTTGG

س14: **خريطة الجينية:** تعامل الكروموسومات بمواد متألئة فتظهر فيها آلاف العلامات الجينية مرتبة على الكروموسوم **الخريطة الفيزيائية:** تقطيع الكروموسومات إلى قطع صغيرة متداخلة بواسطة إنزيمات تقطيع تعمل في مناطق مختلفة، وذلك لضمان حصول التداخل بين هذه القطع

س:١٥ أ). إدخال القطعة المحتوية على الجين السليم إلى الفيروس.  
ب). إزالة خلايا نخاع العظم المصابة، ثم تنميتها في وسط غذائي، وبعد ذلك يضاف إليها الفيروس المعدل جينيا فيهاجم العظم المصابة.

ج). اندماج المادة الوراثية للفيروس المعدل جينيا مع المادة الوراثية لخلايا نخاع العظم.  
د). حقن الخلايا المعدلة جينيا في نخاع عظم المريض .

س١٦ :- تستخدم للتعرف على هوية متهم بجريمة أو الفصل بقضايا النسب.

س17: المشتبه به الأول ارتكب الجريمة، من خلال مقارنة الخطوط السوداء للعينات، والعينات القريبة أكثر من بعضها هي التي تحدد مرتكب الجريمة  
العينة من مسرح الجريمة قريبة جدا من عينة المشتبه به الأول والضحية.